

**LOAD SHARING GENERATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI PT
PERTAMINA EP FIELD IV ASSET SUKOWATI**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Oleh:

FAJAR BASKORO AJI

D400150013

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

***LOAD SHARING* GENERATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI PT
PERTAMINA EP FIELD IV ASSET SUKOWATI**


PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

Fajar Baskoro Aji
D400150013

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing


Ir. Jatmiko, M.T
NIK. 622

26/19
6

**LOAD SHARING GENERATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI PT
PERTAMINA EP FIELD IV ASSET SUKOWATI**

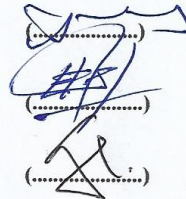
OLEH

Fajar Baskoro Aji
D400150013

Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Selasa, 16 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Jatmiko, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Umar, S.T., M.T.
(Anggota 1 Dewan Penguji)
3. Tindyo Prasetyo, S.T., M.T.
(Anggota 2 Dewan Penguji)



Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D
NIK. 628

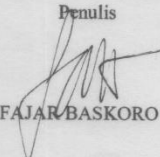
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 25 Juni 2019

Penulis


FAJAR BASKORO AJI

LOAD SHARING GENERATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI PT PERTAMINA P FIELD IV ASSET SUKOWATI

Abstrak

Bertambah dan berkurangnya beban yang terjadi pada sistem kelistrikan industri dapat menyebabkan sistem yang bekerja menjadi tidak stabil, maka dari itu pada tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk mendapatkan load sharing yang dioperasikan paralel atau dioperasikan tunggal pada generator yang optimal dan tidak melebihi suatu kapasitas daya listrik pada unit tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah speed droop dan isocronous yaitu mengetahui batasan normal pada frekuensi beban daya aktif dengan nilai $60 \text{ Hz} \pm 0,5 \text{ Hz}$. Cara mengetahui batasan maksimum terhadap kapasitas daya generator yang beroperasi paralel dengan sistem otomatis, dilakukan penelitian dan pengambilan data dilakukan pada PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati pada tanggal 15 Mei 2019 dengan waktu yang sama pada pembebanan daya aktif generator 1-4 mendapatkan nilai minimal dan maksimum yaitu untuk nilai minimal pada daya aktif 246 KW dengan frekuensi 60.92 Hz dan untuk nilai maksimal daya aktif 463 KW dengan frekuensi 59.88 Hz. Sehingga diperoleh karakteristik load sharing masing masing generator yang optimal sesuai dengan nilai normal frekuensi.

Kata kunci : Generator, Daya Aktif, Frekuensi

Abstract

Increasing and reducing the load that occurs in the industrial electrical system can cause the working system to become unstable, therefore in this final project research is carried out to obtain a load sharing that is operated in parallel or used in an optimal generator and not in accordance with the electrical power requirements in the unit. The method used in this study is droop and isocronous speed, which is the definition of normal limits on the frequency of active power load with a value of $60 \text{ Hz} \pm 0.5 \text{ Hz}$. To find out the maximum turnover of the generator power rotation that is parallel to the automatic system, then do research and data retrieval carried out at PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati on May 15, 2019. With the same time the power generator 1-4 generator gets a value minimum and maximum is for a minimum value of 246 KW active power with a frequency of 60.92 Hz and for a maximum active power value of 463 KW with a frequency of 59.88 Hz. Each optimal generator is in accordance with the normal frequency value.

Keywords : Generator, Active Power, Frequency

1.PENDAHULUAN

Listrik dapat dihasilkan dari berbagai macam sumber, yaitu PLTA, PLTU, PLTG yang memiliki sumber bahan bakar yang berbeda. Indonesia adalah negara dengan sumber daya alam yang melimpah untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pembangkit tersebut. Salah satu sumber daya yang dapat dimanfaatkan adalah gas alam. Gas alam adalah bahan bakar fosil pembakaran paling bersih dan telah diidentifikasi sebagai kandidat kuat untuk sumber daya energi dibandingkan dengan minyak dan batubara (Rong Chong, Zheng et al, 2016). Gas alam dapat dimanfaatkan untuk bahan mesin turbin untuk menggerakkan generator agar dapat menghasilkan listrik.

Tenaga listrik merupakan energi yang dibutuhkan baik untuk industri maupun rumah tangga. Pada industri energi listrik adalah berfungsi sebagai penggerak mesin – mesin untuk memenuhi kebutuhan produksinya. Seiring berkembangnya zaman dan meningkatnya jumlah produksi industri, kebutuhan tenaga listrik juga akan meningkat. Kebutuhan tenaga listrik yang dibutuhkan oleh industri setiap harinya tidak akan sama dikarenakan mesin – mesin listrik bekerja sesuai dengan situasi dan kondisi produksi. Ini akan mengakibatkan beban yang diterima oleh generator akan berbeda dan akan mempengaruhi sistem tenaga listrik yang ada.

Pembangkitan listrik di industri pastinya memiliki skala yang besar, agar dapat memenuhi kebutuhan listrik biasanya pembangkit tidak hanya memiliki satu unit generator saja melainkan bisa dua atau lebih yang dijalankan dengan paralel (interkoneksi) yang jumlahnya disesuaikan dengan besaran bebannya. Pengoperasian generator secara paralel pastinya memerlukan adanya operator yang mengatur operasi kerjanya di antara unit generator tersebut. Kebanyakan pada pembangkit listrik di industri skala besar menggunakan generator paralel dengan metode load sharing secara isochronous dan speed droop. Sistem load sharing pada generator paralel memiliki fungsi yang sangat penting dalam pembangkitan karena bertujuan untuk mengendalikan pembebanan daya aktif yang dihasilkan oleh generator agar tetap optimal.

Kerusakan pada generator mengakibatkan kerugian bagi industri karena dapat mengganggu suplai listrik. Mengingat kondisi tersebut maka pada penelitian haruslah mengetahui pembebanan daya aktif dengan nilai yang normal baik frekuensi maupun power factor-nya. Kondisi tersebut akan mengetahui karakteristik load sharing dan meminimalisir kerusakan generator.

2. METODE

2.1 Studi Literatur

Penulis mencari langsung literatur berkaitan dengan generator sinkron baik dari jurnal internasional maupun dalam negeri untuk dijadikan referensi penulisan.

2.2 Survei Lokasi

Lokasi pengambilan data terletak di *Central Processing Area (CPA)* PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati dengan objek yang diamati adalah mesin turbin gas pembangkit.

2.3 Pengumpulan Data

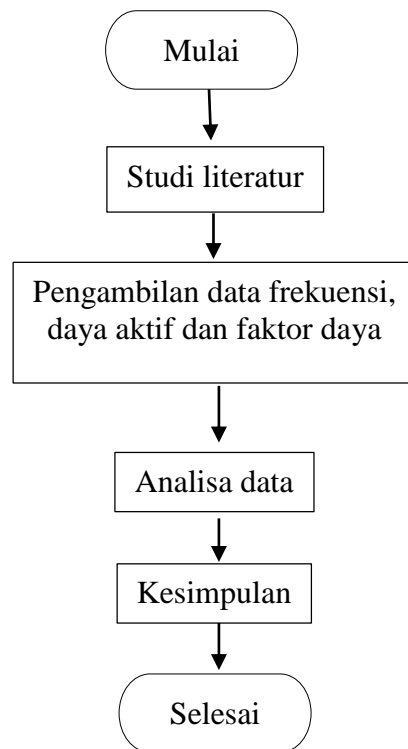
Mengambil data yang berhubungan dengan data penulisan yang terdapat di buku dan laporan yang tersedia di PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati.

2.4 Konsultasi

Penulis melakukan konsultasi dengan tanya jawab pada dosen pembimbing dan juga kepada supervisor, karyawan yang bekerja di PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati mengenai masalah yang dibahas pada penelitian ini.

2.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan urutan pengerjaan dalam diagram alir gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Penelitian

3. Hasil dan Analisa

3.1 Load Sharing Generator Paralel di PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati

3.1.1 Umum

Pembangkit di PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati berada dusun Rahayu Kecamatan Soko, Tuban, Jawa Timur untuk memenuhi kebutuhan listrik untuk eksplorasi minyak di lokasi tersebut. Kapasitas yang dimiliki kurang lebih 2 Mega Watt(MW). PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati terdiri dari 4 unit pembangkit dengan daya yang sama. Unit 1 sampai unit 4 memiliki daya masing-masing 0.8 MW. Karena faktor usia maka dilakukan derating pada generator menjadi 0.6 MW. Kerja sistem yang memerlukan kontinuitas pelayanan yang tinggi, maka sistem load sharing yang digunakan pada generator sinkron PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati menggunakan AGLC (Automatic Generator Loading Control) dengan menggunakan sistem speed droop dan isochronous yaitu dengan batasan normal yaitu $60 \pm 0,5$ Hz dan batasan normal power factor 0,8 sampai mendekati 1.

3.1.2 Isochronous dan Speed Droop

A. Isochronous

Isochronous governor dapat diartikan sebagai governor kecepatan tetap. Governor tipe ini akan mengatur bukaan valve agar frekuensi keluaran generator kembali pada nilai awal atau nilai settingnya. Jika terjadi kenaikan beban listrik, maka frekuensi keluaran generator akan turun. Besarnya penurunan ini akan direspon oleh governor dengan cara memerintahkan valve untuk membuka lebih lebar agar jumlah uap yang masuk ke turbin bertambah.

B. Speed Droop

Speed droop adalah perubahan persentase dalam penyesuaian kecepatan pada pergerakan penuh katup output governor (dari kecepatan penuhnya sampai posisi kecepatan zero). Hal ini adalah karakteristik dari operasi governor untuk mencapai kestabilan dan yang penting pada saat dua atau lebih mesin yang terhubung dengan governor speed sensing bekerja dalam suatu kerja paralel, untuk membagi beban secara proporsional.

3.1.3 Spesifikasi Turbin dan Generator

Tabel 1. Spesifikasi Turbin dan generator unit 1-4

No	Parameter	Data
1	Merek	Solar Saturn 10
2	Model	T-1201
3	Bahan Bakar	Natural Gas
4	Phase	3
5	Kapasitas	800 KW
6	Frekuensi	60 Hz
7	Kecepatan putar generator	1800 rpm
8	Tegangan Generator	480 V

3.2 Data Generator unit 1-4

3.2.1 Generator Unit 1

Data yang dianalisis adalah data harian generator sinkron di PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowati.

Tabel 2. Data Generator Unit 1

No	Waktu	Daya Aktif (KW)	Daya Reaktif (KVAR)	Frekuensi (Hz)	Faktor Daya
1	02.00	261	190	60.66	0.829
2	04.00	278	200	60.35	0.83
3	06.00	288	190	60.21	0.857

4	08.00	288	185	60.18	0.861
5	10.00	288	185	60.22	0.864
6	12.00	266	185	60.58	0.837
7	14.00	267	182	60.5	0.84
8	16.00	253	184	60.83	0.824
9	18.00	274	176	60.42	0.852
10	20.00	246	182	60.92	0.813
11	22.00	250	181	60.76	0.82
12	24.00	257	193	60.72	0.833

3.2.2 Generator Unit 2

Tabel 3. Data Generator Unit 2

No	Waktu	Daya Aktif (KW)	Daya Reaktif (KVAR)	Frekuensi (Hz)	Faktor Daya
1	02.00	291	205	60.62	0.831
2	04.00	320	220	60.15	0.839
3	06.00	312	217	60.25	0.837
4	08.00	305	217	60.37	0.830
5	10.00	355	228	59.82	0.861
6	12.00	330	227	59.95	0.84
7	14.00	323	220	60.01	0.842
8	16.00	302	215	60.49	0.831
9	18.00	312	218	60.23	0.835
10	20.00	271	202	60.73	0.812
11	22.00	282	205	60.66	0.823
12	24.00	295	210	60.5	0.829

3.2.3 Generator Unit 3

Tabel 4. Data Generator Unit 3

No	Waktu	Daya Aktif (KW)	Daya Reaktif (KVAR)	Frekuensi (Hz)	Power Factor
1	02.00	308	218	60.66	0.827
2	04.00	323	215	60.44	0.847
3	06.00	348	215	59.93	0.868
4	08.00	327	208	60.38	0.859
5	10.00	346	220	59.99	0.861
6	12.00	317	217	60.6	0.837
7	14.00	338	217	60.07	0.856
8	16.00	299	210	60.73	0.83
9	18.00	338	220	60.08	0.852
10	20.00	288	205	60.8	0.823
11	22.00	299	210	60.75	0.829
12	24.00	319	217	60.52	0.84

3.2.4 Generator Unit 4

Tabel 5. Data Generator Unit 4

No	Waktu	Daya Aktif (KW)	Daya Reaktif (KVAR)	Frekuensi (Hz)	Power Factor
1	02.00	417	285	60.4	0.836
2	04.00	410	282	60.56	0.832
3	06.00	414	283	60.43	0.835
4	08.00	426	268	60.29	0.86
5	10.00	463	285	59.88	0.866
6	12.00	420	283	60.37	0.84
7	14.00	452	285	60.02	0.86
8	16.00	421	285	60.33	0.839
9	18.00	417	282	60.41	0.838
10	20.00	412	285	60.5	0.831
11	22.00	426	275	60.26	0.854
12	24.00	426	273	60.26	0.855

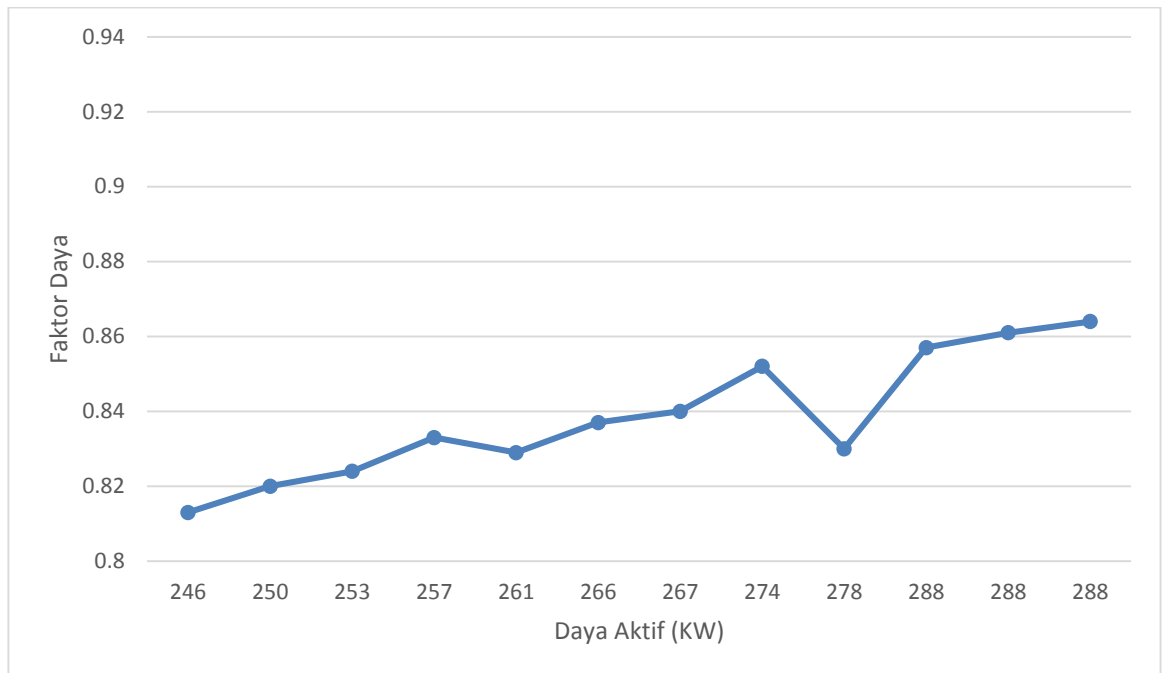
3.3 Perbandingan Daya Aktif dengan Power Factor

3.3.1 Generator Unit 1

Hubungan daya aktif dengan faktor daya pada generator 1 pada tanggal 15 Mei 2019, maka dapat dibuat tabel daya aktif dari nilai rendah sampai nilai tertinggi daya sebagai berikut :

Tabel 6. Hubungan Daya Aktif dengan faktor daya

Daya Aktif (KW)	Faktor Daya
246	0.813
250	0.82
253	0.824
257	0.833
261	0.829
266	0.837
267	0.84
274	0.852
278	0.83
288	0.857
288	0.861
288	0.864



Gambar 2. Grafik hubungan faktor daya dengan daya aktif

Gambar 2 grafik menampilkan perbandingan faktor daya dengan daya aktif pada generator unit 1. Nilai beban yang terkecil yaitu 246 KW sampai dan Nilai yang terbesar adalah 288 KW. Faktor daya memiliki nilai yang terkecil 0,813 sampai yang terbesar yaitu 0,864. Dari gambar diatas dapata disimpulkan bahwa semakin besar daya aktif maka faktor daya semakin besar yang berarti daya aktif berbanding lurus dengan faktor daya. Nilai faktor pada generator unit 1 ini berkisar antara 0.8 – 1 yang berarti tidak melebihi batas normal.

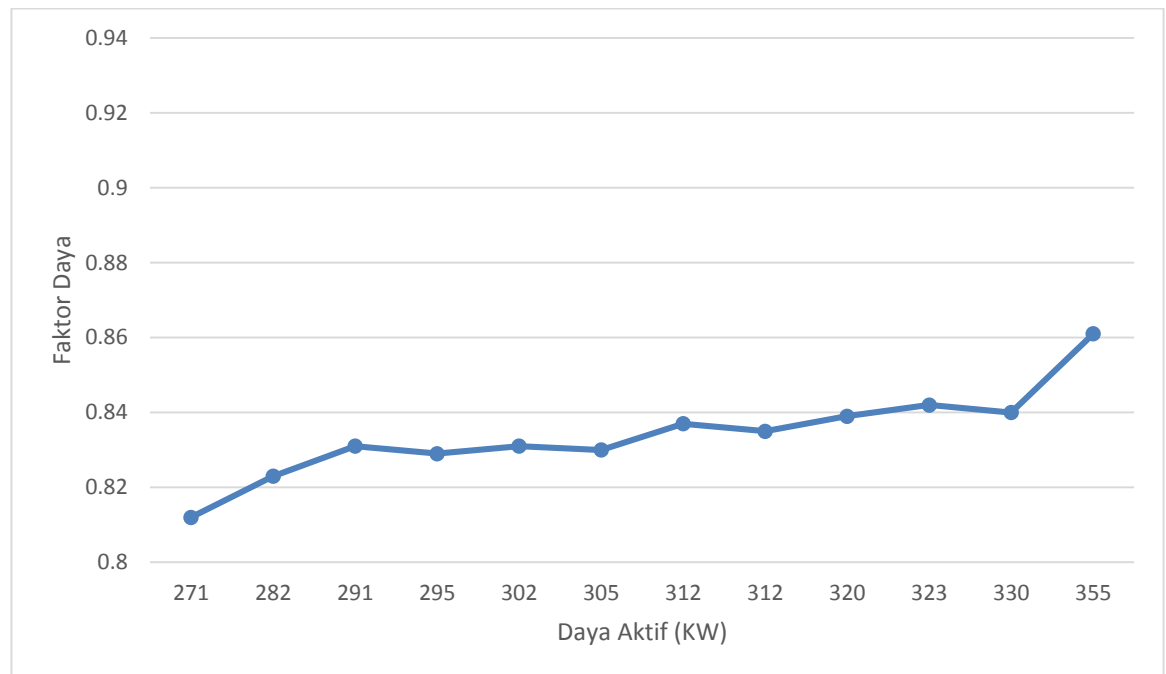
3.3.2 Generator Unit 2

Hubungan daya aktif dengan faktor daya pada generator 2 pada tanggal 15 Mei 2019, maka dapat dibuat tabel daya aktif dari nilai rendah sampai nilai tertinggi daya sebagai berikut :

Tabel 7. Hubungan daya aktif dengan faktor daya

Daya Aktif (KW)	Power Factor
271	0.812
282	0.823
291	0.831
295	0.829
302	0.831

305	0.830
312	0.837
312	0.835
320	0.839
323	0.842
330	0.84
355	0.861



Gambar 3. Grafik hubungan faktor daya dengan daya aktif

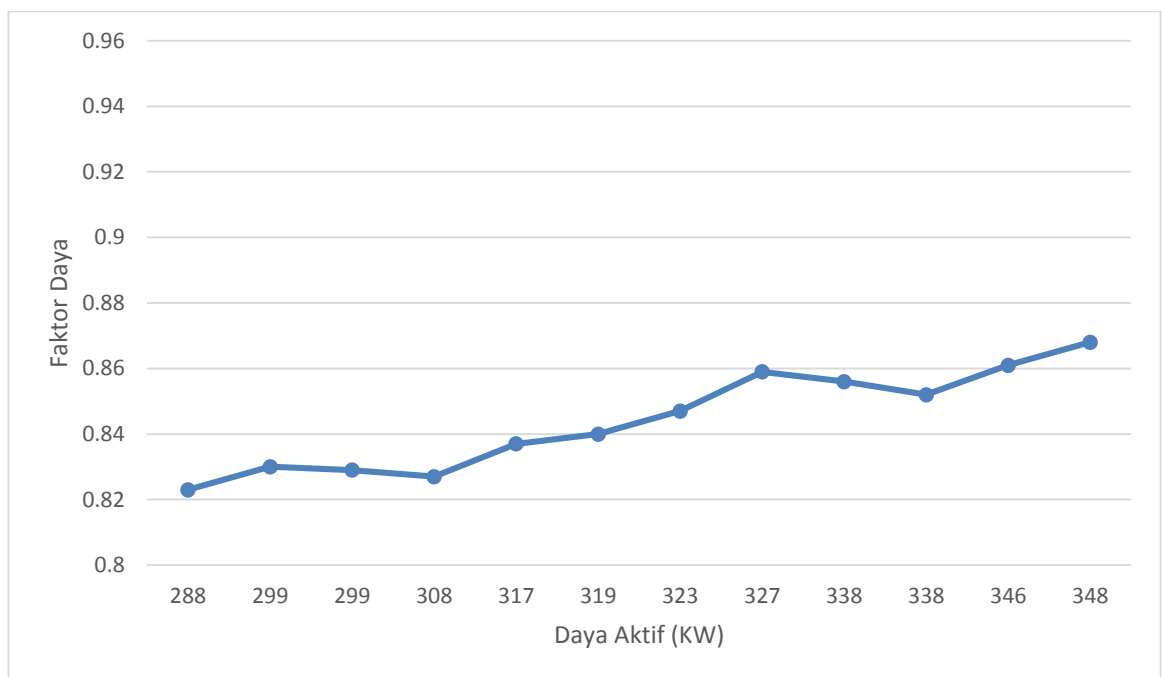
Gambar 3 grafik menampilkan perbandingan faktor daya dengan daya aktif pada generator unit 2. Nilai beban yang terkecil yaitu 271 KW sampai dan Nilai yang terbesar adalah 355 KW. Faktor daya memiliki nilai yang terkecil 0,812 sampai yang terbesar yaitu 0,861. Dari gambar diatas dapata disimpulkan bahwa semakin besar daya aktif maka faktor daya semakin besar yang berarti daya aktif berbanding lurus dengan faktor daya. Nilai faktor pada generator unit 1 ini berkisar antara 0.8 – 1 yang berarti tidak melebihi batas normal.

3.3.3 Generator Unit 3

Hubungan daya aktif dengan faktor daya pada generator 3 pada tanggal 15 Mei 2019, maka dapat dibuat tabel daya aktif dari nilai rendah sampai nilai tertinggi daya sebagai berikut :

Tabel 8. Hubungan daya aktif dengan faktor daya

Daya Aktif	Power Factor
288	0.823
299	0.83
299	0.829
308	0.827
317	0.837
319	0.84
323	0.847
327	0.859
338	0.856
338	0.852
346	0.861
348	0.868



Gambar 4. Grafik hubungan faktor daya dengan daya aktif

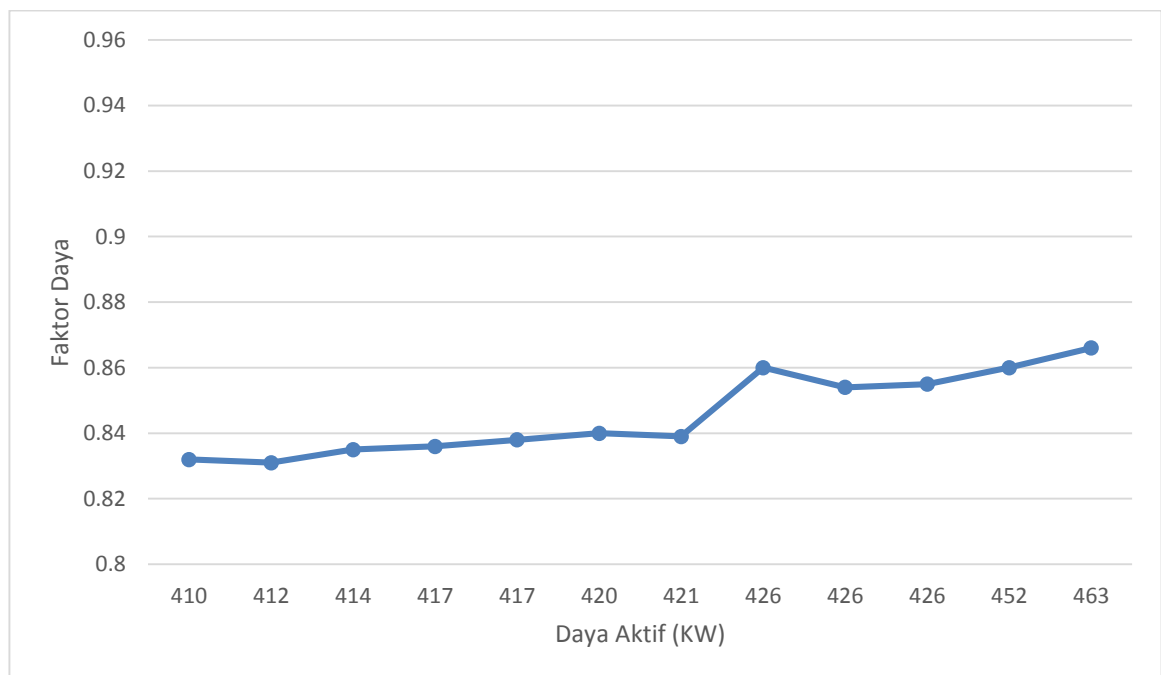
Gambar 4 grafik menampilkan perbandingan faktor daya dengan daya aktif pada generator unit 3. Nilai beban yang terkecil yaitu 288 KW sampai dan Nilai yang terbesar adalah 348 KW. Faktor daya memiliki nilai yang terkecil 0,823 sampai yang terbesar yaitu 0,868. Dari gambar diatas dapata disimpulkan bahwa semakin besar daya aktif maka faktor daya semakin besar yang berarti daya aktif berbanding lurus dengan faktor daya. Nilai faktor pada generator unit 1 ini berkisar antara 0.8 – 1 yang berarti tidak melebihi batas normal.

3.3.4 Generator Unit 4

Hubungan daya aktif dengan faktor daya pada generator 3 pada tanggal 15 Mei 2019, maka dapat dibuat tabel daya aktif dari nilai rendah sampai nilai tertinggi daya sebagai berikut :

Tabel 9. Hubungan daya aktif dengan faktor daya

Daya Aktif (KW)	Power Factor
410	0.832
412	0.831
414	0.835
417	0.836
417	0.838
420	0.84
421	0.839
426	0.86
426	0.854
426	0.855
452	0.86
463	0.866



Gambar 5. Grafik hubungan faktor daya dengan daya aktif

Gambar 5 grafik menampilkan perbandingan faktor daya dengan daya aktif pada generator unit 4. Nilai beban yang terkecil yaitu 410 KW sampai dan Nilai yang terbesar adalah 463 KW. Faktor daya memiliki nilai yang terkecil 0,832 sampai yang

tebesar yaitu 0,866. Dari gambar diatas dapata disimpulkan bahwa semakin besar daya aktif maka faktor daya semakin besar yang berarti daya aktif berbanding lurus dengan faktor daya. Nilai faktor pada generator unit 1 ini berkisar antara 0.8 – 1 yang berarti tidak melebihi batas normal.

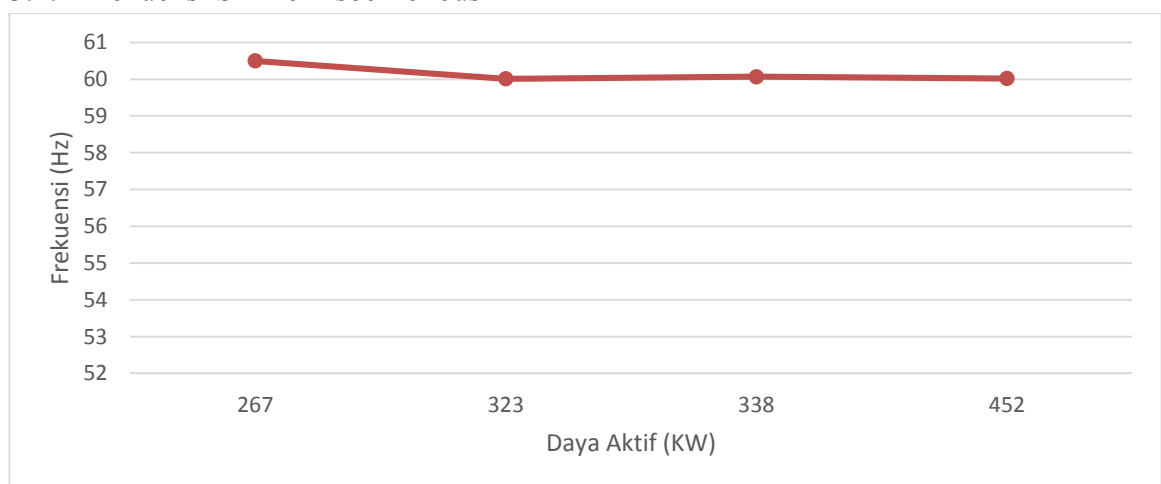
3.4 Pembagian Beban (*Load Sharing*) sistem Isochronous

Pembagian beban (*Load Shaaring*) Isochronous Unit 1-4 maka dapat ditemukan pada pengoprasiannya pada 15 Mei 2019 pukul 14.00 WIB, maka dapat dibuat tabel load sharing sistem ishocronous sebagai berikut :

Tabel 10. Daya aktif, frekuensi, dan faktor daya pada pukul 14.00

Daya Aktif	Frekuensi	Power Factor
267	60.5	0.831
323	60.01	0.842
338	60.07	0.856
452	60.02	0.84

3.4.1 Frekuensi Sinkron Isochronous



Gambar 6. Grafik frekuensi sinkron isochronuos

Berdasarkan data tanggal 15 Mei 2019, pukul 14.00 WIB dari generator unit 1-4 dengan daya aktif 267 – 452 KW didapatkan frekuensi dengan karakteristik hampir sama, itu dikarenakan governor keempat generatornya mempertahankan kecepatan turbin agar selalu tetap dengan frekuensi sekitar 60 Hz, sesuai pada metode ishocronous.

3.4.2 Prosentase Pembagian Beban (Load Sharing) Isochronous Generator 1

$$= \frac{267}{267+323+328+452} \times 100\%$$

$$= 19.49 \%$$

Generator 2

$$= \frac{323}{267+323+328+452} \times 100\%$$

$$= 23.58 \%$$

Generator 3

$$= \frac{328}{267+323+328+452} \times 100\%$$

$$= 23.94 \%$$

Generator 4

$$= \frac{452}{267+323+328+452} \times 100\%$$

$$= 32.99 \%$$

3.5 Pembagian beban *Speed Droop* Generator Terhadap Frekuensi

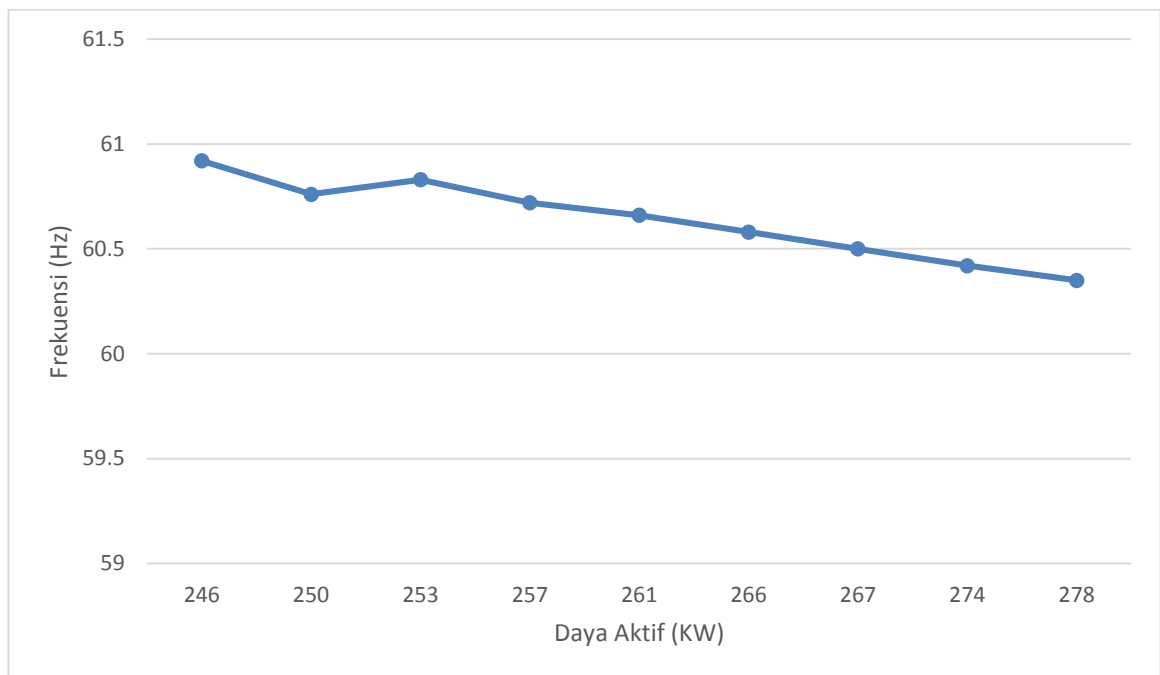
3.5.1 Pengaruh Beban Terhadap Frekuensi pada Generator 1

Pembagian beban (Load Sharing) Isochronous generator 1 maka dapat ditemukan pada pengoperasiannya pada tanggal 15 Mei 2019 pukul 02.00 sampai dengan 24.00 WIB, maka dibuat tabel load sharing sistem speed droop dibawah ini :

Tabel 10. Tabel daya aktif dan frekuensi

Daya Aktif (KW)	Frekuensi (Hz)
246	60.92
250	60.76
253	60.83
257	60.72
261	60.66
266	60.58
267	60.5
274	60.42
278	60.35
288	60.21
288	60.18

288	60.22
-----	-------



Gambar 7. Grafik Frekuensi sinkron speed droop

Gambar 7. yaitu perbandingan antara frekuensi dengan beban yang menunjukkan sistem speed droop. Maka data tersebut dapat dibuktikan dengan kebenarannya, hal ini sesuai data di lapangan 60.92 Hz dengan beban 246 KW, saat frekuensi mengalami penurunan menjadi 60.22 Hz maka bebannya naik menjadi 278 KW. Data diatas membuktikan bahwa semakin besar nilai frekuensi maka semakin kecil nilai beban generator ataupun sebaliknya, hal ini terjadi ketika beban berubah-ubah dengan demikian hasil frekuensi dengan beban yang ada pada generator unit 1 sesuai dengan teori load sharing dengan speed droop.

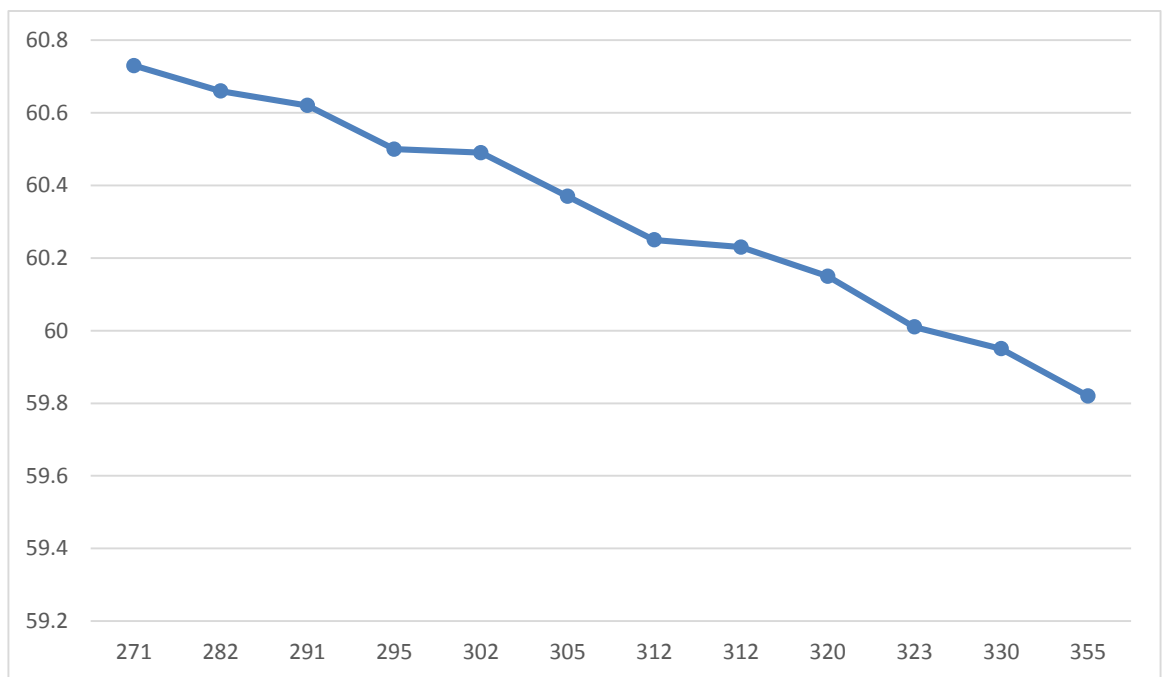
3.5.2 Pengaruh Beban Terhadap Frekuensi pada Generator 2

Pembagian beban (*Load Sharing*) Isochronous generator 2 maka dapat ditemukan pada pengoperasiannya pada tanggal 15 Mei 2019 pukul 02.00 sampai dengan 24.00 WIB, maka dibuat tabel load sharing sistem *speed droop* dibawah ini :

Tabel 11. Tabel daya aktif dan frekuensi

Daya Aktif (KW)	Frekuensi (Hz)
271	60.73
282	60.66
291	60.62

295	60.5
302	60.49
305	60.37
312	60.25
312	60.23
320	60.15
323	60.01
330	59.95
355	59.82



Gambar 8. Grafik Frekuensi sinkron speed droop

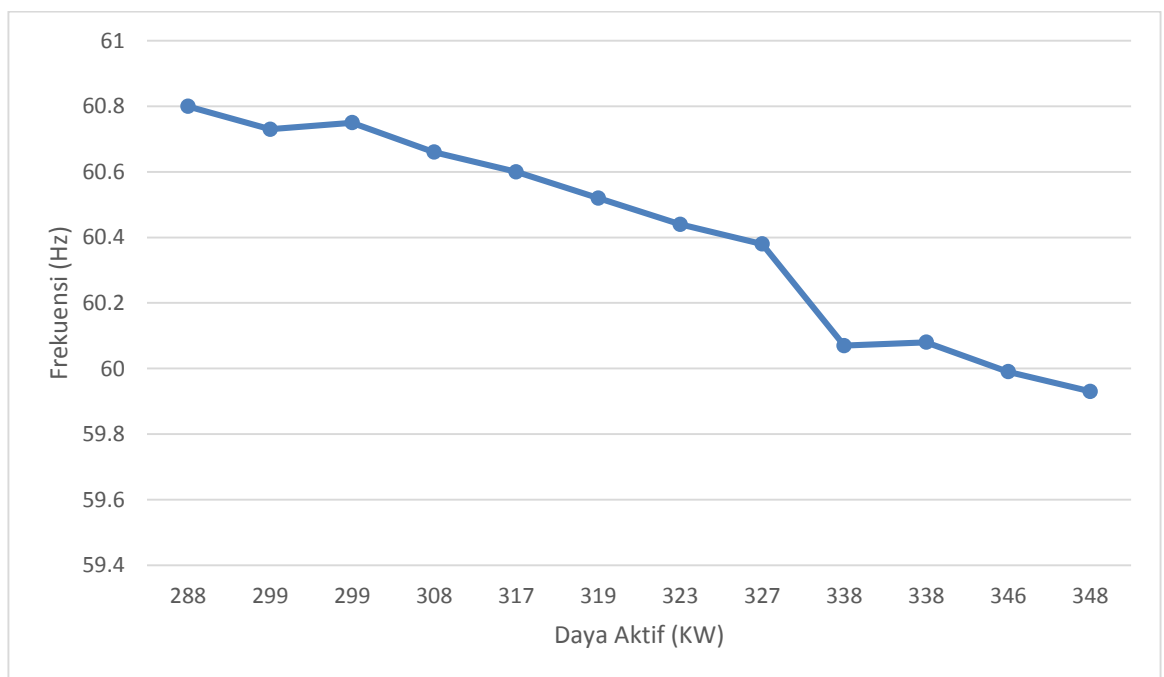
Gambar 8 yaitu perbandingan antara frekuensi dengan beban yang menunjukkan sistem speed droop. Maka data tersebut dapat dibuktikan dengan kebenarannya, hal ini sesuai data di lapangan 60.73 Hz dengan beban 271 KW, saat frekuensi mengalami penurunan menjadi 59.82 Hz maka bebannya naik menjadi 355 KW. Data diatas membuktikan bahwa semakin besar nilai frekuensi maka semakin kecil nilai beban generator ataupun sebaliknya, hal ini terjadi ketika beban berubah-ubah dengan demikian hasil frekuensi dengan beban yang ada pada generator unit 1 sesuai dengan teori load sharing dengan speed droop.

3.5.3 Pengaruh Beban Terhadap Frekuensi pada Generator 3

Pembagian beban (*Load Sharing*) Isochronous generator 3 maka dapat ditemukan pada pengoprasiaannya pada tanggal 15 Mei 2019 pukul 02.00 sampai dengan 24.00 WIB, maka dibuat tabel load sharing sistem *speed droop* dibawah ini :

Tabel 12. Tabel daya aktif dan frekuensi

Daya Aktif (KW)	Frekuensi (Hz)
288	60.8
299	60.73
299	60.75
308	60.66
317	60.6
319	60.52
323	60.44
327	60.38
338	60.07
338	60.08
346	59.99
348	59.93



Gambar 9. Grafik Frekuensi sinkron speed droop

Gambar 9 yaitu perbandingan antara frekuensi dengan beban yang menunjukkan sistem speed droop. Maka data tersebut dapat dibuktikan dengan kebenarannya, hal ini sesuai data di lapangan 60.8 Hz dengan beban 288 KW, saat frekuensi mengalami

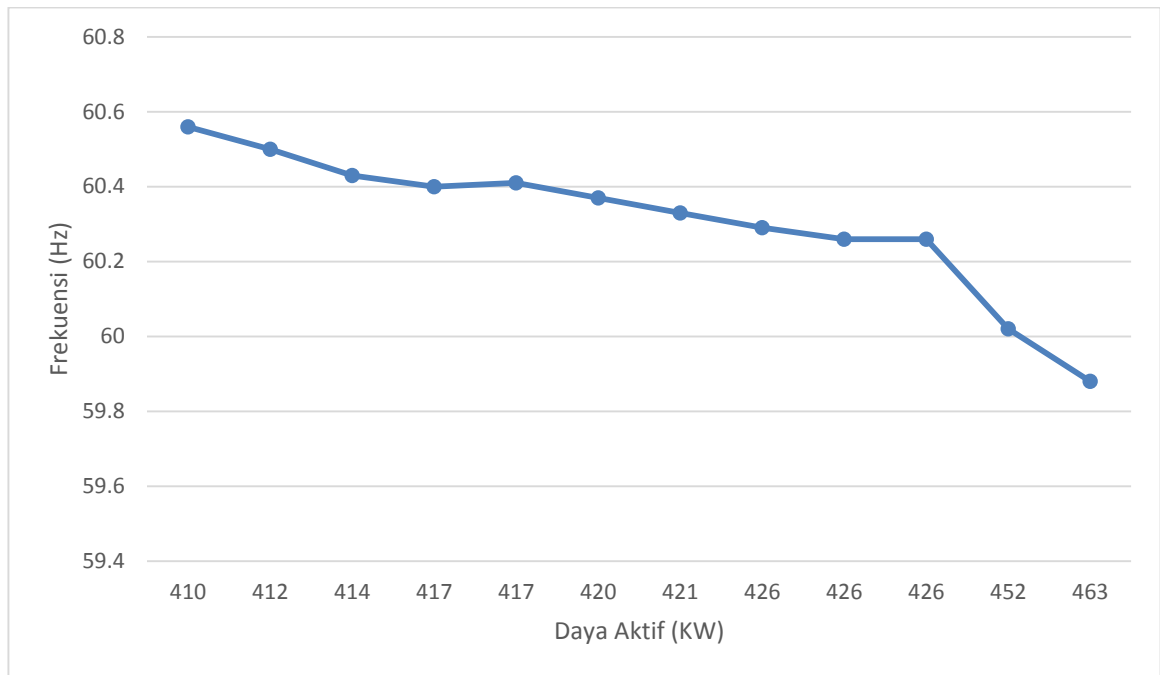
penurunan menjadi 59.93 Hz maka bebannya naik menjadi 348 KW. Data diatas membuktikan bahwa semakin besar nilai frekuensi maka semakin kecil nilai beban generator ataupun sebaliknya, hal ini terjadi ketika beban berubah-ubah dengan demikian hasil frekuensi dengan beban yang ada pada generator unit 1 sesuai dengan teori load sharing dengan speed droop.

3.5.4 Pengaruh Beban Terhadap Frekuensi pada Generator 4

Pembagian beban (*Load Sharing*) Isochronous generator 4 maka dapat ditemukan pada pengoprasiannya pada tanggal 15 Mei 2019 pukul 02.00 sampai dengan 24.00 WIB, maka dibuat tabel load sharing sistem *speed droop* dibawah ini :

Tabel 13. Tabel daya aktif dan frekuensi

Daya Aktif (KW)	Frekuensi (Hz)
410	60.56
412	60.5
414	60.43
417	60.4
417	60.41
420	60.37
421	60.33
426	60.29
426	60.26
426	60.26
452	60.02
463	59.88



Gambar 10. Grafik Frekuensi sinkron speed droop

Gambar 10. yaitu perbandingan antara frekuensi dengan beban yang menunjukkan sistem speed droop. Maka data tersebut dapat dibuktikan dengan kebenarannya, hal ini sesuai data di lapangan 60.56 Hz dengan beban 410 KW, saat frekuensi mengalami penurunan menjadi 59.88 Hz maka bebannya naik menjadi 463 KW. Data diatas membuktikan bahwa semakin besar nilai frekuensi maka semakin kecil nilai beban generator ataupun sebaliknya, hal ini terjadi ketika beban berubah-ubah dengan demikian hasil frekuensi dengan beban yang ada pada generator unit 1 sesuai dengan teori load sharing dengan speed droop.

4. Penutup

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah :

1. Berdasarkan data generator unit 1-4 dengan daya aktif 267 – 452 KW didapatkan frekuensi dengan karakteristik hampir sama, itu dikarenakan governor keempat generatornya mempertahankan kecepatan turbin agar selalu tetap dengan frekuensi sekitar 60 Hz, sesuai pada metode isocronous.
2. Pada penelitian ini didapat hasil load sharing Sistem speed droop generator paralel. Penelitian menghasilkan perbandingan frekuensi terhadap beban pada generator 1-4 yaitu semakin besar bebannya maka semakin kecil frekuensinya, contoh pada generator 1 dengan frekuensi terbesar yaitu 60.92

Hz didapatkan beban generator 246 KW, kemudian saat nilai frekuensi terkecil yaitu 60.22 Hz didapatkan beban yang lebih besar yaitu 288 KW. Dari pembuktian tersebut generator berjalan sesuai metode speed droop yaitu semakin besar bebannya maka semakin kecil frekuensinya dan sebaliknya.

3. Pada penelitian ini didapatkan pengaruh pada faktor daya terhadap beban daya aktif generator. Dari hasil penelitian didapatkan hasil perbandingan pada generator 1-4 semakin besar power factor maka semakin besar pula beban daya aktif, contohnya pada generator 4 dengan power factor terkecil 0,832 didapatkan beban 410 KW, kemudian saat nilai power factor terbesar yaitu 0,866 didapatkan beban yang lebih besar yaitu 463KW. Dari pembuktian tersebut didapatkan hasil perbandingan yaitu semakin besar daya aktif semakin besar juga faktor dayanya .

PERSANTUNAN

Alhamdulillah penelitian tugas akhir ini dapat dilakukan dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan penelitian ini. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak dan pembaca. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
2. Kepada Kedua Orang tua dan saudara yang telah memberikan dukungan selama melakukan penelitian ini
3. Bapak Ir. Jatmiko, M.T selaku Pembimbing dalam pengerjaan tugas akhir
4. Bapak Iman Hermansyah selaku senior supervisor Power Plant PT Pertamina EP Field IV Asset Sukowat yang telah memberikan data dan masukan.
5. Teman-Teman Teknik Elektro angkatan 2015, terutama HIK BABE SQUAD telah mendukung dan memberikan semangat kepada penulis dalam penelitian dan pembuatan laporan ini.

Daftar Pustaka

- T Griffin and friends. (2008). "Gas turbine power plant and method of operating the same". US Patent 7,363,764.
- Haditya, Rendi. (2018). Load Sharing Pada Operasi Generator di PLTU Suralaya. Publikasi Ilmiah. Surakarta: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Hajar Murdana, Muhammad. (2010). Pembagian Beban Pada Operasi Paralel Generator Set Yang Optimal Dengan Beban Resistif. Skripsi. Depok : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- MN Marwali, JW Jung, A Keyhani. (2004). "Control of distributed generation systems-Part II: Load sharing control". IEEE Transaction on Power.
- RC Schaefer. (2016). "Art of generator synchronizing" IEEE Transactions on Industry Application.
- M Marchiano, DMJ Rayworth. (2017). "Power generation load sharing using droop control in an island system". IEEE Transaction on Power.
- Ravikumar, Khishnanjan Gubra. (2018). "Isochronous Load Sharing Principles For An Islanded System With Steam And Gas Turbine Generators". IEEE.